

DaimlerChrysler AG

Berghold

20.07.2006

Redundantes Bremssteuerungssystem für ein Fahrzeug

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bremssteuerungssystem für ein Fahrzeug, insbesondere ein Nutzfahrzeug, wobei das Fahrzeug wenigstens eine Vorderachse mit zumindest einem linken Vorderrad und zumindest einem rechten Vorderrad sowie wenigstens eine Hinterachse mit zumindest einem linken Hinterrad und zumindest einem rechten Hinterrad aufweist, wobei das Bremssteuerungssystem eine Betriebsbremse zum Abbremsen der Räder des Fahrzeugs umfasst.

Aus der DE 100 32 179 A1 ist ein Fahrzeug mit einem Steuerungssystem bekannt, das mit einem elektronisch ansteuerbaren Antriebsstrang arbeitet, der zumindest eine Lenkungsanlage und ein Antriebsaggregat des Fahrzeugs umfasst. Das bekannte Steuerungssystem besitzt eine Eingabeebene mit Einrichtungen zum Eingeben kontinuierlicher Vorgaben eines Fahrers und zum Umsetzen der Vorgabe in Sollwertsignale. Das Steuerungssystem umfasst außerdem eine Koordinationsebene zum Umsetzen der Sollwertsignale in Ansteuersignale, die von Aktuatoren des Antriebsstrangs umgesetzt werden. Mit anderen Worten, das Steuerungssystem besitzt eine Steuereinrichtung, die aus einem eingangsseitigen Bewegungsvektor ausgangseitig Steuersignale zum Ansteuern des Antriebsstrangs generiert und die zur Übertragung der Steuersignale mit dem Antriebsstrang gekoppelt ist, der dann die Steuersignale zur Umsetzung des Fahrerwunsches abarbeitet, sogenanntes „Drive-by-Wire-System“ oder „X-by-Wire-System“.

Aus der DE 100 46 832 A1 ist ein anderes Steuerungssystem bekannt, das zum Steuern eines mit einem elektronisch ansteuer-

baren Antriebsstrang ausgestatteten Fahrzeugs geeignet ist. In einer Speichereinrichtung werden die Fahrdynamik betreffende Fahrzeugdaten, Zeitdaten, Positionsdaten, fahrerseitige Betätigungssignale und von einer Steuereinrichtung erzeugte Ansteuersignale für den Antriebsstrang gespeichert. Ein derartiges Steuerungssystem ermöglicht eine verbesserte Unfallanalyse.

Bei heutigen Fahrzeugen wird die Betriebsbremse mit Hilfe hydraulischer Bremsaktuatoren realisiert, die den einzelnen Fahrzeugrädern zugeordnet sind. Zur Erhöhung der Fahrzeugsicherheit wird dabei in der Regel ein Zwei-Kreis-System ausgebildet, bei dem zwei voneinander unabhängige Hydraulikkreise vorgesehen sind, von denen der eine zur Betätigung der der Hinterachse zugeordneten Bremsaktuatoren dient, während der andere zur Betätigung der der Vorderachse zugeordneten Bremsaktuatoren dient. Bei dieser Bauweise sind die derselben Achse zugeordneten Bremsaktuatoren über den gemeinsamen Hydraulikkreis miteinander gekoppelt. Diese Kopplung führt dazu, dass bei einem Ausfall des einen Hydraulikkreises stets alle in diesen Hydraulikkreis eingebundenen Bremsaktuatoren ausfallen.

Die EP 0 832 800 A2 offenbart ein elektronisches Bremssystem mit verschiedenen Hierarchieebenen bezogen auf die Architektur der Bremssteuerung. Neben Fahrzeugmodulen sind Radmodule vorgesehen, die in einer Hierarchieebene über einen Datenbus Nachrichten mit einem Zentralmodul austauschen. Auch die EP 1 231 121 A2 beschreibt den strukturellen Aufbau eines Datenbaussystems zur Bremsansteuerung.

Hier setzt die vorliegende Erfindung an. Die Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für ein Fahrzeug der eingangs

genannten Art eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die insbesondere eine erhöhte Sicherheit bietet.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, die Betriebsbremse mit den einzelnen Rädern zugeordneten elektronisch ansteuerbaren Bremsaggregaten auszustatten, die von zwei zentralen, redundant geschalteten Steuereinrichtungen der Betriebsbremse unabhängig voneinander ansteuerbar sind. Auf diese Weise kann zum Beispiel ein Vier-Kreis-System realisiert werden, ohne dass hierzu ein besonders hoher Aufwand erforderlich ist. Insbesondere müssen keine Hydraulikleitungen verlegt werden, da die zur Betätigung der Bremsaggregate verwendeten Steuerleitungen lediglich zur Übertragung elektrischer Steuersignale geeignet sein müssen und somit erheblich preiswerter sind als Hydraulikleitungen. Dabei sind die elektrischen Steuerleitungen nicht nur in der Anschaffung preiswerter als Hydraulikleitungen, sondern benötigen auch einen reduzierten Verlegeaufwand. Mit Hilfe der zweiten zentralen Steuereinrichtung wird ein redundantes Bremssteuersystem geschaffen, mit dessen Hilfe die Ausfallsicherheit der Bremsanlage erheblich verbessert werden kann. Dabei sind die beiden Steuereinrichtungen mit den einzelnen Bremsaggregaten so verschaltet, dass beide Steuereinrichtungen permanent parallel arbeiten und einander bei einem Ausfall unverzüglich vollständig ersetzen können. Gleichzeitig ermöglicht die erfindungsgemäße Leitungslegung einen reduzierten Aufwand an Leitungsmaterial und Verlegungsarbeit.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder funktional gleiche oder ähnliche Bauteile beziehen.

Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 bis 7 stark vereinfachte Prinzipdarstellungen eines Fahrzeugs mit einem erfindungsgemäßen Bremssteuerungssystem bei verschiedenen Ausführungsformen.

Entsprechend Fig. 1 umfasst ein nur teilweise dargestelltes Fahrzeug 1 wenigstens eine Vorderachse 2 und wenigstens eine Hinterachse 3. Die Vorderachse 2 besitzt bezüglich der Fahrtrichtung zumindest ein linkes Vorderrad 4 sowie wenigstens ein rechtes Vorderrad 5. In entsprechender Weise besitzt auch die Hinterachse 3 bezüglich der Fahrtrichtung zumindest ein linkes Hinterrad 6 sowie wenigstens ein rechtes Hinterrad 7. Es ist klar, dass bei einer anderen Ausführungsform das Fahrzeug 1 auch mehrere Hinterachsen 3 und insbesondere auch meh-

rere Vorderachsen 2 aufweisen kann. Des Weiteren können zum Beispiel bei einer Hinterachse 3 die einzelnen Hinterräder 6, 7 als Doppelräder oder Zwillingräder ausgebildet sein.

Des weiteren ist das Fahrzeug 1 mit einer Betriebsbremse 8 ausgestattet, mit deren Hilfe das Fahrzeug 1 abgebremst werden kann, wobei die Betriebsbremse 8 zum Abbremsen der einzelnen Räder 4 bis 7 des Fahrzeugs 1 dient. Die Betriebsbremse 8 umfasst für jedes bremsbare Rad 4 bis 7 ein eigenes Bremsaggregat, nämlich ein vorderes linkes Bremsaggregat 9, ein vorderes rechtes Bremsaggregat 10, ein hinteres linkes Bremsaggregat 11 und ein hinteres rechtes Bremsaggregat 12. Die Bremsaggregate 9 bis 12 sind jeweils so ausgestaltet, dass sie elektronisch ansteuerbar sind. Beispielsweise handelt es sich bei den Bremsaggregaten 9 bis 12 um elektromechanische Bremsaggregate, die elektrische Energie in mechanische Bremsarbeit umsetzen. Beispielsweise besitzt eine derartige elektromechanische Bremse einen Elektromotor als Aktuator, der bei seiner Betätigung herkömmliche Bremsbacken mit einer herkömmlichen Bremsscheibe verpresst.

Die Betriebsbremse 8 bildet einen wesentlichen Bestandteil eines Bremssteuerungssystems 45, das außerdem mit einer ersten zentralen Steuereinrichtung 13 ausgestattet ist, die über wenigstens eine Steuerleitung mit den Bremsaggregaten 9 bis 12 verbunden ist. Die Anbindung bzw. Kopplung mit den Bremsaggregaten 9 bis 12 erfolgt dabei so, dass die erste zentrale Steuereinrichtung 13 die einzelnen Bremsaggregate 9 bis 12 unabhängig voneinander ansteuern kann. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 sind vier derartige Steuerleitungen 14, 15, 16, 17 vorgesehen.

Des Weiteren umfasst das Bremssteuerungssystem 45 eine zweite zentrale Steuereinrichtung 18, die redundant zur ersten zent-

ralen Steuereinrichtung 13 geschaltet ist. Auf diese Weise kann die Betriebs- und Funktionssicherheit der Betriebsbremse 8 bzw. des Bremssteuerungssystems 45 verbessert werden, da bei einem Ausfall der ersten zentralen Steuereinrichtung 13 die zweite zentrale Steuereinrichtung 18 die erste zentrale Steuereinrichtung 13 hinreichend ersetzen kann. Das Fahrzeug 1 ist somit mit einem redundanten Bremssteuerungssystem 45 ausgestattet.

Bei den hier gezeigten Ausführungsformen ist die Betriebsbremse 8 als drahtgebundenes System ausgestaltet, also ohne mechanische oder hydraulische Zwangskopplung zwischen einem Bremskraftsollwertgeber, wie zum Beispiel ein Bremspedal, und den einzelnen Bremsaggregaten 9 bis 12. Vorzugweise handelt es sich hier also um ein sogenanntes „Break-by-Wire-System“, bei dem ein Bremsbefehl auf elektrischem Weg an die einzelnen Bremsaggregate 9 bis 12 weitergeleitet und dort umgesetzt wird. Dementsprechend handelt es sich bei den Steuerleitungen 14 bis 17 um elektrische Leitungen zur Übertragung elektrischer Signale, die zur Ansteuerung der einzelnen Bremsaggregate 9 bis 12 dienen.

Die elektronische Kopplung zwischen einer Eingangsebene des Bremssteuerungssystems 45, die durch einen Bremskraftsollwertgeber, zum Beispiel ein Bremspedal, gebildet ist, und einer Ausgangsebene des Bremssteuerungssystems 45, die durch die mit den Rädern 4 bis 7 zusammenwirkenden Bremsaggregate 9 bis 12 gebildet ist, ist bei der Erfindung vorzugsweise hierarchisch strukturiert. Hierzu ist zunächst ein Bremsmodulator 20 vorgesehen, der in Abhängigkeit von fahrdynamischen Vorgabewerten für jede Achse 2, 3 einen Achsbremsbefehl ermittelt. Die hierbei berücksichtigten fahrdynamischen Vorgabewerte können neben einem Sollwert für eine vom Fahrzeugführer gewünschte Fahrzeugverzögerung auch aktuelle Zustandsgrö-

ßen eines Stabilisierungssystems sein, wie zum Beispiel Lenkwinkel und/oder Querbewegung, die sich auf den jeweiligen Bremsvorgang auswirken können. Dem Bremsmodulator 20 ist dann für jede Achse 2, 3 ein Achsmodulator 21 bzw. 22 nachgeschaltet. Jeder Achsmodulator 21, 22 ermittelt aus dem zugehörigen Achsbremsbefehl für jedes zugeordnete Rad 4 bis 7 einen Radbremsbefehl. Während sich die Achsbremsbefehle dadurch voneinander unterscheiden können, dass der Bremsmodulator 20 den einzelnen Achsen 2, 3 unterschiedliche Bremsmomente zuordnet, können sich die Radbremsbefehle innerhalb der jeweiligen Achse 2, 3 durch eine unterschiedliche Links-Rechts-Verteilung der erwünschten Bremskräfte voneinander unterscheiden.

Den einzelnen Achsmodulatoren 21, 22 sind nun für jedes Rad 4 bis 7 ein eigener Radmodulator 23 bis 26 nachgeordnet. Die Radmodulatoren 23 bis 26 ermitteln in Abhängigkeit der zugehörigen Radbremsbefehle Betätigungssignale zur Betätigung von Bremsaktuatoren 27 bis 30, die dem jeweiligen Bremsaggregat 9 bis 12 zugeordnet sind. Die Bremsaktuatoren 27 bis 30 setzen dann individuell den jeweiligen Radbremsbefehl um. Die verwendete Strukturierung ermöglicht es unter anderem, die einzelnen benötigten Radmodulatoren 20 bis 26 dezentral anzuordnen. Bei den Ausführungsformen der Fig. 1, 2, 6 und 7 sind beispielsweise die Radmodulatoren 23 bis 26 an den einzelnen Bremsaggregaten 9 bis 12 angeordnet bzw. in diese integriert. Im Unterschied dazu sind bei den Ausführungsformen der Fig. 1 und 2 die Achsmodulatoren 21, 22 in die erste Steuereinrichtung 13 bzw. in den Bremsmodulator 20 integriert. Ebenso ist der Bremsmodulator 20 bei allen Varianten in die erste Steuereinrichtung 13 integriert.

Zweckmäßig ist das Bremssteuerungssystem 45 mit einem dynamischen System zur Fahrzeugstabilisierung ausgestattet. Ein

derartiges Stabilisierungssystem ist beispielsweise ein Anti-blockiersystem (ABS), eine Antischlupfregelung (ASR) oder ein sogenanntes ESP-System. Ebenso kann ein elektronisches Allrad-System zur Fahrzeugstabilisierung beitragen.

Die hierarchische Struktur des Bremssteuerungssystems 45 ermöglicht es nun, radspezifische Komponenten eines derartigen Stabilisierungssystems in den Achsmodulatoren 21, 22 anzuordnen oder zu realisieren. In entsprechender Weise können dann achsspezifische und/oder fahrzeugspezifische Komponenten dieser Stabilisierungssysteme im Bremsmodulator 20 angeordnet bzw. realisiert sein. Des weiteren können die Radmodulatoren 23 bis 26 lokale Regelkreise aufweisen, die sich in der Ebene des jeweiligen Rads 4 bis 7 abspielen.

Grundsätzlich kann die zweite Steuereinrichtung 18 identisch zur ersten Steuereinrichtung 13 aufgebaut sein, um diese im Notfall vollständig ersetzen zu können. Der Betrieb des Fahrzeugs 1 erfährt dann bei Ausfall der ersten Steuereinrichtung 13 keinerlei Einschränkungen. Dementsprechend enthält auch die zweite Steuereinrichtung 18 einen Bremsmodulator 20' und zwei Achsmodulatoren 21' bzw. 22'. Im Unterschied dazu ist es auch möglich, der zweiten Steuereinrichtung 18 eine im Vergleich zur ersten Steuereinrichtung 13 reduzierte Funktionalität zuzuordnen, wodurch die in der Regel nicht benötigte, zweite Steuereinrichtung 18 preiswerter hergestellt werden kann.

Bei den Ausführungsformen der Fig. 1 bis 7 wird die Betriebssicherheit des redundanten Bremssteuerungssystems 45 erfindungsgemäß dadurch erhöht, dass von den beiden vorderen Steuerleitungen 14, 15 die zur Betätigung derjenigen Bremsaggregate 9, 10 vorgesehen sind, die der Vorderachse 2 zugeordnet sind, zumindest die eine oder erste, hier die linke Steuer-

leitung 14 mit der ersten zentralen Steuereinrichtung 13 verbunden ist. Im Unterschied dazu ist von den beiden hinteren Steuerleitungen 16, 17, die zur Betätigung derjenigen Bremsaggregate 11, 12 dienen, die der Hinterachse 3 zugeordnet sind, zumindest die eine oder erste, hier die rechte Steuerleitung 17 mit der zweiten zentralen Steuereinrichtung 18 verbunden. Des Weiteren ist bei den Ausführungsformen der Fig. 1 bis 3 von den vorderen Steuerleitungen 14, 15 die andere oder zweite, also hier die rechte Steuerleitung 15, mit der zweiten Steuereinrichtung 18 verbunden, während von den beiden hinteren Steuerleitungen 16, 17 die andere oder zweite, also hier die linke Steuerleitung 16 mit der ersten Steuereinrichtung 13 verbunden ist. Auf diese Weise sind automatisch die Bremsaggregate 9, 10 der Vorderachse 2 und die Bremsaggregate 11, 12 der Hinterachse 3 mit beiden Steuereinrichtungen 13, 18 über separate Steuerleitungen 14 bis 17 verbunden.

Im Bereich der einzelnen Achsen 2, 3 wird dann eine redundante Verschaltung realisiert. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 sind dazu die beiden vorderen Steuerleitungen 14, 15 jeweils mit beiden Radmodulatoren 23, 24 verbunden, wozu von der jeweiligen Steuerleitung 14, 15 eine entsprechende Hilfsleitung 14' bzw. 15' abzweigt. Entsprechendes erfolgt hier auch an der Hinterachse 3, so dass die linke hintere Steuerleitung 16 mit dem hinteren linken Radmodulator 25 und über eine Hilfssteuerleitung 16' mit dem hinteren rechten Radmodulator 26 verbunden ist. Ebenso ist die hintere rechte Steuerleitung 17 direkt mit dem hinteren rechten Radmodulator 26 und indirekt über eine Hilfssteuerleitung 17' mit dem hinteren linken Radmodulator 25 verbunden. Dabei ist klar, dass die jeweilige Steuereinrichtung 13, 18 letztlich codierte Radbremsbefehle für alle Fahrzeugräder 4 bis 7 aussendet, so dass bei Ausfall einer der Steuereinrichtungen 13, 18 über

die gebildete Vernetzung die von der verbleibenden Steuereinrichtung 13 bzw. 18 erzeugten Radbremsbefehle stets den jeweiligen Radmodulator 23 bis 26 erreichen.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 wird die redundante Verschaltung im Bereich der Achsen 2, 3 dadurch erzielt, dass zum einen bei jeder Achse 2, 3 die beiden Steuerleitungen 14, 15 bzw. 16, 17 den einen Radmodulator 23 oder 25 mit der ersten Steuereinrichtung 13 und den anderen Radmodulator 24 oder 26 mit der zweiten Steuereinrichtung 18 verbinden. Zum anderen ist an jeder Achse 2, 3 eine Kopplungsleitung 35 bzw. 36 vorgesehen, welche die beiden Radmodulatoren 23 und 24 bzw. 25 und 26 der jeweiligen Achse 2, 3 miteinander verbindet. Diese Kopplungsleitungen 35, 36 sind dabei so ausgestaltet bzw. geschaltet, dass sie die über die eine Steuerleitung 14 oder 15 bzw. 16 oder 17 dem einen Radmodulator 23 oder 24 bzw. 25 oder 26 zugeführten Signale an den jeweils anderen Radmodulator 24 oder 23 bzw. 26 oder 25 derselben Achse 2, 3 durchleiten. Somit wird auch hier eine Vernetzung geschaffen, die es ermöglicht, bei Ausfall einer der Steuereinrichtungen 13, 18 über die Vernetzung im Bereich der Achsen 2, 3 die Bremsaggregate 9 bis 12 mit der verbleibenden Steuereinrichtung 13, 18 zu erreichen. Mit Hilfe einer derartigen Vernetzung im Bereich der Achsen 2, 3 ist es grundsätzlich auch möglich, die erste, zum Beispiel die linke vordere Steuerleitung 14 mit der ersten Steuereinrichtung 13 und die erste bzw. rechte hintere Steuerleitung 17 mit der zweiten Steuereinrichtung 18 zu verbinden und im übrigen die zweite bzw. rechte vordere Steuerleitung 15 mit der zweiten bzw. linken hinteren Steuerleitung 16 zu verbinden. Auf diese Weise wird auch hier eine Vernetzung geschaffen, die es bei Ausfall einer der beiden Steuereinrichtungen 13, 18 ermöglicht, alle Radmodulatoren 23 bis 26 mit den Steuerbefehlen der verbleibenden Steuereinrichtung 13, 18 einzeln zu erreichen.

Bei den Ausführungsformen der Fig. 3 bis 7 sind die Achsmodulatoren 21 und 22 jeweils an oder nahe an der zugehörigen Achse 2 bzw. 3 angeordnet. Die Achsmodulatoren 21, 22 sind bei diesen Varianten somit bezüglich der Steuereinrichtungen 13, 18 dezentral angeordnet. Auf diese Weise kann ein vollständiges mechatronisches Achsmodul realisiert werden, das beispielsweise eine lokale ABS-Regelung der jeweiligen Achse 2, 3 ermöglicht.

Bei den Ausführungsformen der Fig. 3 bis 5 sind die Radmodulatoren 23 bis 26, die den Rädern 4 bis 7 derselben Achse 2 bzw. 3 zugeordnet sind, jeweils in den dieser Achse 2, 3 zugeordneten Achsmodulator 21 bzw. 22 integriert. Auf diese Weise können beispielsweise gemeinsam nutzbare Komponenten, wie zum Beispiel Netzgeräte, für beide Radmodulatoren 23 bis 26 derselben Achse 2, 3 verwendet werden. Demnach ermöglicht die Integration der Radmodulatoren 23 bis 26 in die Achsmodulatoren 21, 22 eine Einsparung an Hardware-Komponenten.

Neben der Anordnung bzw. Integration der Radmodulatoren 23 bis 26 an bzw. in den Bremsaggregaten 9 bis 12 bzw. in den Achsmodulatoren 21, 22, ist es grundsätzlich auch möglich, die Radmodulatoren 23, 26 in der jeweiligen zentralen Steuereinrichtung 13 bzw. 18 unterzubringen bzw. darin zu integrieren.

Bei den Ausführungsformen der Fig. 3 bis 7 sind beide vorderen Steuerleitungen 14, 15 mit dem vorderen Achsmodulator 21 verbunden, welcher der Vorderachse 2 zugeordnet ist. In entsprechender Weise sind auch die beiden hinteren Steuerleitungen 16, 17 mit dem hinteren Achsmodulator 22 verbunden, welcher der Hinterachse 3 zugeordnet ist. Dabei unterscheiden sich die Varianten der Fig. 3 bis 5 durch eine unterschiedli-

che Vernetzung der Achsmodulatoren 21, 22 mit den beiden Steuereinrichtungen 13, 18.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 ist die erste oder linke vordere Steuerleitung 14 mit der ersten Steuereinrichtung 13 verbunden, während die zweite oder rechte vordere Steuerleitung 15 mit der zweiten Steuereinrichtung 18 verbunden ist. In entsprechender Weise ist die erste bzw. rechte hintere Steuerleitung 17 mit der zweiten Steuereinrichtung 18 verbunden, während die zweite bzw. linke hintere Steuerleitung 16 mit der ersten Steuereinrichtung 13 verbunden ist. Mit anderen Worten, beide Steuereinrichtungen 13, 18 steuern beide Achsmodulatoren 21, 22 direkt an.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 ist die erste, linke vordere Steuerleitung 14 wieder mit der ersten Steuereinrichtung 13 verbunden, während die erste, rechte hintere Steuerleitung 17 wieder mit der zweiten Steuereinrichtung 18 verbunden ist. Dagegen sind die zweiten Steuerleitungen, also die rechte vordere Steuerleitung 15 und die linke hintere Steuerleitung 16 direkt miteinander verbunden. Die beiden Achsmodulatoren 21, 22 sind dabei so ausgestaltet, dass sie die über die jeweils erste Steuerleitung 14, 17 von der jeweiligen Steuereinrichtung 13, 18 zugeführten Signale über die zweiten Steuerleitungen 15, 16 an den jeweils anderen Achsmodulator 21, 22 durchleiten. Hierdurch wird bei einem reduzierten Verkabelungsaufwand ebenfalls eine Vernetzung geschaffen, die bei Ausfall einer der beiden Steuereinrichtungen 13, 18 die Ansteuerung aller Radmodulatoren 23 bis 26 bzw. aller Bremsaggregate 9 bis 12 ermöglicht.

Fig. 5 zeigt eine weitere alternative Ausgestaltungsform für die Vernetzung der Achsmodulatoren 21, 22 mit den Steuereinrichtungen 13, 18. Bei dieser Ausführungsform ist wieder die

erste bzw. linke vordere Steuerleitung 14 mit der ersten Steuereinrichtung 13 verbunden, während die erste bzw. rechte hintere Steuerleitung 17 mit der zweiten Steuereinrichtung verbunden ist. Darüber hinaus ist die erste vordere Steuerleitung 14 außerdem mit der zweiten, linken hinteren Steuerleitung 16 verbunden. In entsprechender Weise ist die erste hintere Steuerleitung 17 mit der zweiten, rechten vorderen Steuerleitung 15 verbunden. Auch hierdurch wird eine Vernetzung geschaffen, die es bei Ausfall einer der Steuereinrichtungen 13, 18 ermöglicht, mit der verbleibenden Steuereinrichtung 13, 18 sämtliche Bremsaggregate 9 bis 12 anzusteuern.

Die Fig. 6 und 7 zeigen nun Beispiele für eine zusätzliche Vernetzung im Bereich der jeweiligen Achsen 2, 3 für den Fall, dass die einzelnen Radmodulatoren 23 bis 26 nicht in die Achsmodulatoren 21, 22 integriert sind, sondern an bzw. in den Bremsaggregaten 9 bis 12 angeordnet sind. Bei diesen Ausführungsformen sind die Achsmodulatoren 21, 22 jeweils über zwei Achssteuerleitungen 37 bis 40 mit den beiden Radmodulatoren 23 bis 26 der zugehörigen Achse 2, 3 verbunden. Um nun im Bereich der jeweiligen Achse 2, 3 eine zusätzliche Vernetzung der Radmodulatoren 23 bis 26 zu schaffen, sind bei der Ausführungsform gemäß Fig. 6 beide Achssteuerleitungen 37, 38 bzw. 39, 40 jeweils mit beiden Radmodulatoren 23, 24 bzw. 25, 26 der zugehörigen Achse 2, 3 verbunden, was über entsprechende Hilfs- oder Abzweigungsleitungen 37' bis 40' realisiert wird.

Alternativ kann die Vernetzung der Radmodulatoren 23 bis 26 entsprechend der in Fig. 7 gezeigten Ausführungsform auch dadurch realisiert werden, dass einerseits die Achssteuerleitungen 37 bis 40 der Achsmodulatoren 21, 22 jeweils nur mit einem der Radmodulatoren 23 bis 26 verbunden sind. Zusätzlich

sind andererseits die beiden Radmodulatoren 23, 24 bzw. 25, 26 der jeweiligen Achse 2, 3 über eine Kopplungsleitung 41 bzw. 42 miteinander verbunden. Die einzelnen Radmodulatoren 23 bis 26 sind dann so ausgestaltet, dass sie Signale, die ihnen über die zugehörige Ansteuerleitung 37 bis 40 zugeführt werden, über die jeweilige Kopplungsleitung 41, 42 dem jeweiligen anderen Radmodulator 23 bis 26 derselben Achse 2, 3 durchleiten.

Bei den Ausführungsformen der Fig. 3 bis 7 sind die Achsmodulatoren 21, 22 jeweils in einem Achssteuergerät 43 bzw. 44 untergebracht, das jeweils an oder nahe an der jeweiligen Achse 2 bzw. 3 angeordnet ist. Bei den Ausführungsformen der Fig. 3 bis 5 sind die Radmodulatoren 23 bis 26 in das der zugehörigen Achse 2, 3 zugeordnete Achssteuergerät 43 bzw. 44 integriert.

Um die hier dargestellten Vernetzungen ausbilden zu können, sind die einzelnen Steuerleitungen 14 bis 17 bzw. die einzelnen Achssteuerleitungen 37 bis 40 bzw. die einzelnen Kopplungsleitungen 35, 36 bzw. 41, 42 vorzugsweise jeweils als Bus ausgestaltet, so dass die einzelnen Steuerbefehle in dem so geschaffenen Netz als codierte Signale verschickt werden können.

Die in den Fig. 1 bis 7 gezeigten Varianten zur Vernetzung der Bremsaggregate 9 bis 12 mit den Steuereinrichtungen 13, 18 sind - soweit sinnvoll - beliebig kombinierbar, insbesondere sind die Vernetzungen in der Ebene der Achsen 2, 3 gemäß den Fig. 6 und 7 auch mit der Vernetzung in der Ebene der Steuereinrichtungen 13, 18 gemäß den Fig. 1 bis 5 kombinierbar.

Die erste Steuereinrichtung 13 und soweit vorhanden auch die zweite Steuereinrichtung 18 umfasst vorzugsweise radspezifische Komponenten eines Steer-by-Wire-Systems und kann außerdem so ausgestaltet sein, dass sie bei einem Bremsvorgang die einzelnen Bremsaggregate 9 bis 12 in Abhängigkeit eines Bremsalgorithmus betätigt, der so ausgestaltet ist, dass er bei Vorliegen vorbestimmter Randbedingungen einen Eingriff in die Lenkung des Fahrzeugs ermöglicht. Ein derartiger Lenkeingriff ist beispielsweise bei einem dynamischen Fahrzeugstabilisierungssystem beabsichtigt, das in Fachkreisen mit ESP III bezeichnet wird. Bei dieser Ausgestaltung werden somit Teile eines derartigen Stabilisierungssystems bereits innerhalb der Steuereinrichtung 13, 18 mit geeigneten Komponenten des Steer-by-Wire-Systems verknüpft, was die Leistungsfähigkeit des Stabilisierungssystems erhöht und dessen Systempreis reduziert.

Besonders vorteilhaft ist auch eine Ausgestaltung, bei welcher die erste Steuereinrichtung 13 und insbesondere auch die zweite Steuereinrichtung 18 bei einem Bremsvorgang einen Koordinationsalgorithmus abarbeitet, um eine zum Abbremsen des Fahrzeugs erforderliche Bremskraft in Abhängigkeit dieses Koordinationsalgorithmus auf die Betriebsbremse 8 und soweit vorhanden auf eine Motorbremse des Fahrzeugs 1 und soweit vorhanden auf einen Retarder des Fahrzeugs 1 zu verteilen. Zusätzlich kann auch vorgesehen sein, zur Verstärkung der Motorbremse ein ansteuerbares Getriebe zum Zurückschalten anzu-steuern. Eine optimale Verteilung der Bremskraft auf die unterschiedlichen Bremssysteme des Fahrzeugs 1 reduziert den Verschleiß und den Energieverbrauch des Fahrzeugs 1. Beispielsweise können kleinere Bremsvorgänge ausschließlich mit dem Retarder oder ausschließlich mit der Motorbremse durchgeführt werden, die beide im Vergleich zur Betriebsbremse 8 verschleißfrei arbeiten.

Die erste Steuereinrichtung 13 und vorzugsweise auch die zweite Steuereinrichtung 18 arbeitet im Normalbetrieb mit einem Hauptbremsalgorithmus, der bei einem Bremsvorgang dafür sorgt, dass die über die Betriebsbremse 8 zu erzielende Bremskraft in Abhängigkeit dieses Hauptbremsalgorithmus auf die einzelnen Bremsaggregate 9 bis 12 verteilt wird. Neben dem Hauptbremsalgorithmus können die erste Steuereinrichtung 13 und insbesondere auch die zweite Steuereinrichtung 18 mit wenigstens einem Notbremsalgorithmus ausgestattet sein, der in einem Notbetrieb an die Stelle des Hauptbremsalgorithmus tritt. Dabei können für verschiedene Notbetriebsfälle verschiedene Notbremsalgorithmen vorgesehen sein. Ein derartiger Notbetrieb charakterisiert sich dabei durch den Ausfall wenigstens eines Bremsaggregats 9 bis 12. Für den jeweiligen Notbetriebsfall kann nun ein geeigneter Notbremsalgorithmus ermittelt oder ausgewählt werden, der dann zum Abbremsen des Fahrzeugs 1 die übrigen funktionsfähigen Bremsaggregate 9 bis 12 in Abhängigkeit des jeweiligen Notbremsalgorithmus ansteuert, wobei dieser Notbremsalgorithmus das jeweils ausgefallene Bremsaggregat 9 bis 12 bei der Verteilung der Bremskraft auf die übrigen funktionsfähigen Bremsaggregate 9 bis 12 berücksichtigt. Auf diese Weise kann in gewissen Grenzen auch bei Ausfall eines oder mehrerer Bremsaggregate 9 bis 12 ein vergleichsweise sicheres Abbremsen des Fahrzeugs 1 erreicht werden. Wesentlich für die Realisierung eines derartigen Sicherheitskonzepts ist bei vier Bremsaggregaten 9 bis 12 die Bereitstellung eines Vier-Kreis-Systems, was bei der Erfindung durch die separate Ansteuerbarkeit der einzelnen Bremsaggregate 9 bis 12 realisiert wird.

DaimlerChrysler AG

Berghold

20.07.2006

Patentansprüche

1. Bremssteuerungssystem für ein Fahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug,

(Kombination aus ursprünglichen Ansprüchen 1 +2 +15)

- wobei das Fahrzeug (1) wenigstens eine Vorderachse (2) mit zumindest einem linken Vorderrad (4) und zumindest einem rechten Vorderrad (5) aufweist,
- wobei das Fahrzeug (1) wenigstens eine Hinterachse (3) mit zumindest einem linken Hinterrad (6) und zumindest einem rechten Hinterrad (7) aufweist,
- wobei eine Betriebsbremse (8) zum Abbremsen der Räder (4 bis 7) des Fahrzeugs (1) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Betriebsbremse (8) ausgestattet ist
 - mit wenigstens einem elektronisch ansteuerbaren vorderen linken Bremsaggregat (9) zur Bremsbetätigung des wenigstens einen linken Vorderrads (4),
 - mit wenigstens einem elektronisch ansteuerbaren vorderen rechten Bremsaggregat (10) zur Bremsbetätigung des wenigstens einen rechten Vorderrads (5),
 - mit wenigstens einem elektronisch ansteuerbaren hinteren linken Bremsaggregat (11) zur Bremsbetätigung des wenigstens einen linken Hinterrads (6),
 - mit wenigstens einem elektronisch ansteuerbaren hinteren rechten Bremsaggregat (12) zur Bremsbetätigung des wenigstens einen rechten Hinterrads (7),
- dass eine erste zentrale Steuereinrichtung (13) vorgesehen ist, die über wenigstens eine Steuerleitung (14 bis 17) mit den Bremsaggregaten (9 bis 12) so verbun-

- den ist, dass sie die Bremsaggregate (9 bis 12) unabhängig voneinander ansteuern kann,
- dass eine zweite zentrale Steuereinrichtung (18) vorgesehen ist, die mit der ersten Steuereinrichtung (13) und/oder mit der wenigstens einen Steuerleitung (14 bis 17) verbunden und redundant zur ersten Steuereinrichtung (13) geschaltet ist,
 - dass zwei vordere Steuerleitungen (14, 15) zur Betätigung der der Vorderachse (2) zugeordneten Bremsaggregate (9, 10) vorgesehen sind, von denen zumindest die erste Steuerleitung (14) mit der ersten Steuereinrichtung (13) verbunden ist,
 - dass zwei hintere Steuerleitungen (16, 17) zur Betätigung der der Hinterachse (3) zugeordneten Bremsaggregate (11, 12) vorgesehen sind, von denen zumindest die erste Steuerleitung (17) mit der zweiten Steuereinrichtung (18) verbunden ist,
 - dass ein Bremsmodulator (20) vorgesehen ist, der aus fahrdynamischen Vorgabewerten für jede Achse (2, 3) einen Achsbremsbefehl ermittelt,
 - dass für zumindestens eine Achse (2, 3) ein Achsmodulator (21, 22) vorgesehen ist, der aus dem zugehörigen Achsbremsbefehl für jedes Rad (4 bis 7) einen Radbremsbefehl ermittelt,
 - dass für jedes Rad (4 bis 7) ein Radmodulator (23 bis 26) vorgesehen ist, der aus dem zugehörigen Radbremsbefehl für einen Bremsaktor (27 bis 30) des zugeordneten Bremsaggregats (9 bis 12) ein Betätigungssignal ermittelt- dass die Achsmodulatoren (21, 22) an oder nahe an der jeweils zugeordneten Achse (2, 3) angeordnet sind,
 - dass die beiden vorderen Steuerleitungen (14, 15) mit dem der Vorderachse (2) zugeordneten vorderen Achsmodulator (21) und die beiden hinteren Steuerleitungen

- (16, 17) mit dem der Hinterachse (3) zugeordneten hinteren Achsmodulator (22) verbunden sind, dass zumindest bei einer der Achsen (2, 3) der zugehörige Achsmodulator (21, 22) über zwei Ansteuerleitungen (37 bis 40) mit den beiden Radmodulatoren (23 bis 26) der beiden Bremsaggregate (9 bis 12) dieser Achse (2, 3) verbunden sind,
- dass beide Achssteuerleitungen (37 bis 40) jeweils nur mit einem der Radmodulatoren (23 bis 26) verbunden sind,
 - dass der eine Radmodulator (23, 25) mit dem anderen Radmodulator (24, 26) verbunden ist und die über die eine Achssteuerleitung (37 bis 40) dem einen Radmodulator (23, 25) zugeführten Signale an den anderen Radmodulator (24, 26) durchleitet.
2. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein dynamisches System zur Fahrzeugstabilisierung vorgesehen ist, dessen rad-spezifische Komponenten in den Achsmodulatoren (21, 22) angeordnet sind und dessen achsspezifische und/oder fahrzeugspezifische Komponenten im Bremsmodulator (20) angeordnet sind.
3. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
- dass die Radmodulatoren (23 bis 26) in das zugehörige Bremsaggregat (9 bis 12) integriert sind, oder
 - dass die den Rädern (4 bis 7) derselben Achse (2, 3) zugeordneten Radmodulatoren (23 bis 26) jeweils in den dieser Achse (2, 3) zugeordneten Achsmodulator (21, 22) integriert sind, oder
 - dass die Radmodulatoren (23 bis 26) in den Bremsmodulator (20) integriert sind.

4. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet,
 - dass der Bremsmodulator (20) in die erste zentrale Steuereinrichtung (13) integriert ist, und/oder
 - dass die Achsmodulatoren (21, 22) jeweils an oder nahe an der zugehörigen Achse (2, 3) angeordnet sind.
5. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 - dass bei wenigstens einer Achse (2, 3) die erste Steuerleitung (14, 17) mit dem Radmodulator (23, 26) des einen Bremsaggregats (9, 12) und die zweite Steuerleitung (15, 16) mit dem Radmodulator (24, 25) des anderen Bremsaggregats (10, 11) verbunden ist,
 - dass bei dieser Achse (2, 3) der eine Radmodulator (23, 26) über eine Kopplungsleitung (35, 16) mit dem anderen Radmodulator (24, 25) verbunden ist und die über die eine Steuerleitung (14, 17) dem einen Radmodulator (23, 26) zugeführten Signale an den anderen Radmodulator (24, 25) durchleitet.
6. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei wenigstens einer Achse (2, 3) beide Steuerleitungen (14 bis 17) mit den beiden Radmodulatoren (23 bis 26) der beiden Bremsaggregate (9 bis 12) verbunden sind.
7. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite vordere Steuerleitung (15) mit der zweiten hinteren Steuerleitung (16) verbunden ist und die über die jeweilige erste Steuerleitung (14, 17) dem einen Achsmodulator (21, 22) zugeführten Signale an den anderen Achsmodulator (22, 21) durchleitet.

8. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die zweite vordere Steuerleitung (15) mit der zweiten Steuereinrichtung (18) indirekt über die erste hintere Steuerleitung (17) oder direkt verbunden ist,
 - dass die zweite hintere Steuerleitung (16) mit der ersten Steuereinrichtung (13) indirekt über die erste vordere Steuerleitung (14) oder direkt verbunden ist.
9. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 - dass beide vorderen Steuerleitungen (14, 15) den vorderen Achsmodulator (21) redundant mit der ersten Steuereinrichtung (13) und/oder mit der zweiten Steuereinrichtung (18) verbinden,
 - dass beide hinteren Steuerleitungen (16, 17) den hinteren Achsmodulator (22) redundant mit der ersten Steuereinrichtung (13) und/oder mit der zweiten Steuereinrichtung (18) verbinden.
10. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 - dass zumindest bei einer der Achsen (2, 3) der zugehörige Achsmodulator (21, 22) über zwei Achssteuerleitungen (37 bis 40) mit den beiden Radmodulatoren (23 bis 26) der beiden Bremsaggregate (9 bis 12) dieser Achse (2, 3) verbunden sind,
 - dass beide Achssteuerleitungen (37 bis 40) mit beiden Radmodulatoren (23 bis 26) dieser Achse (2, 3) verbunden sind.

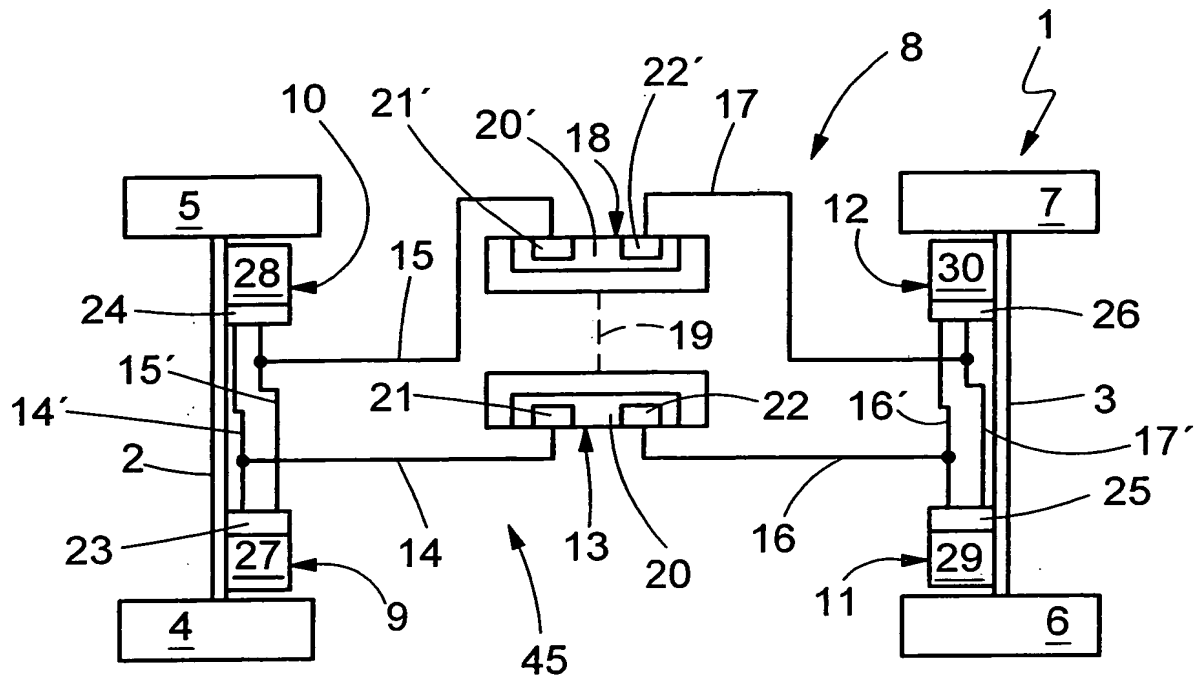


Fig.1

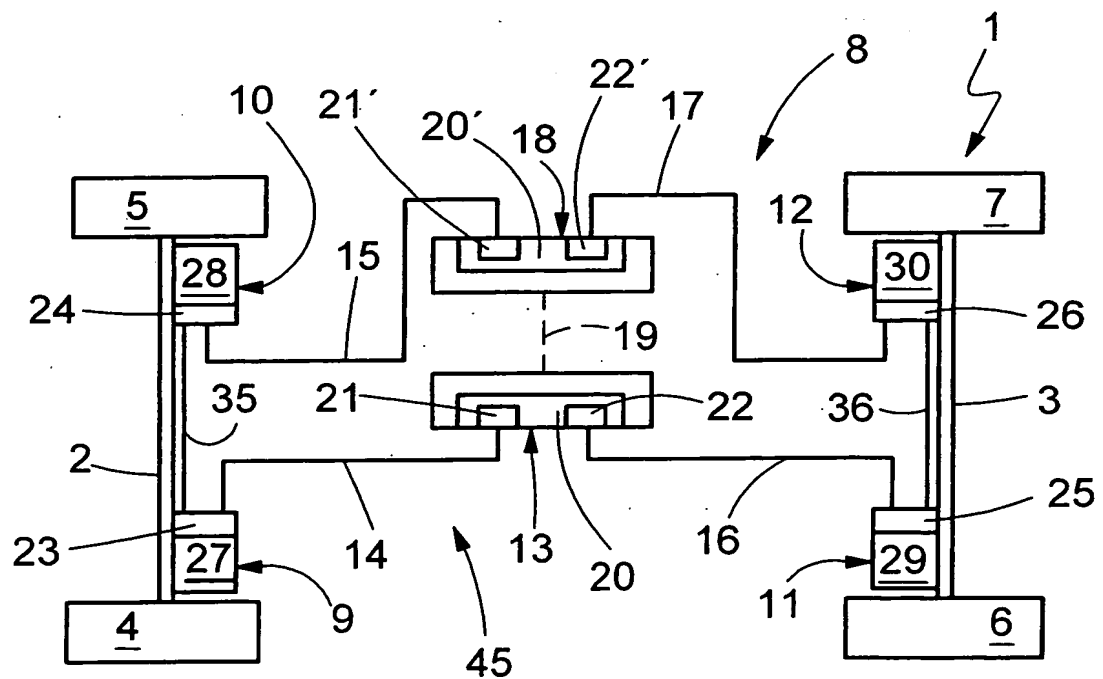


Fig.2

2 / 4

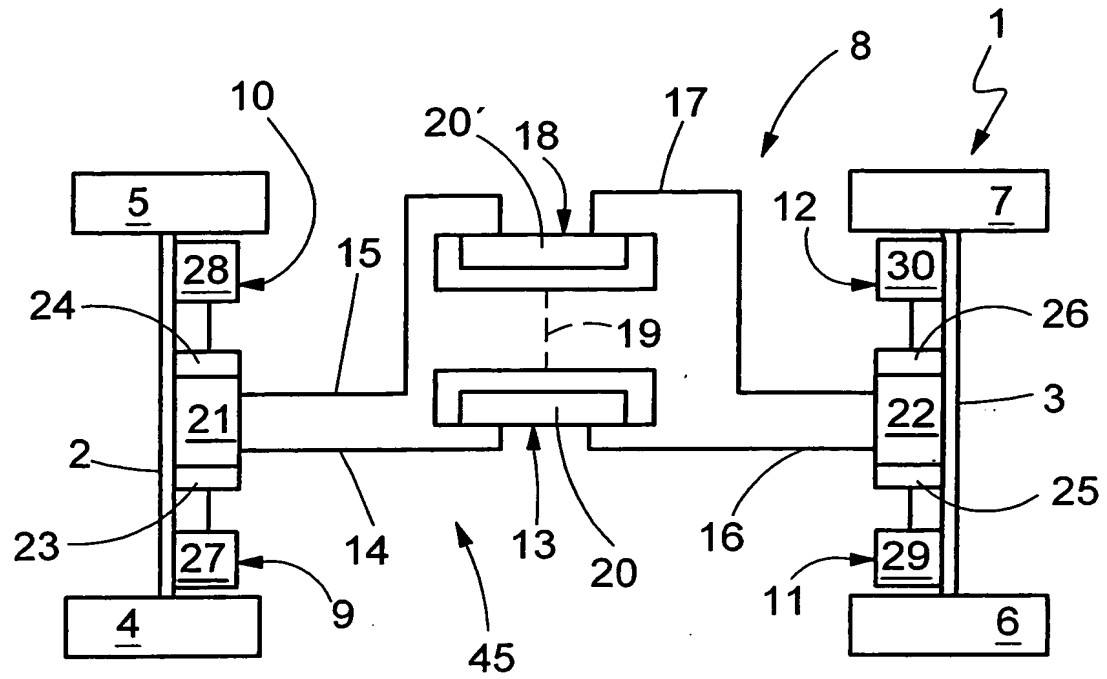


Fig.3

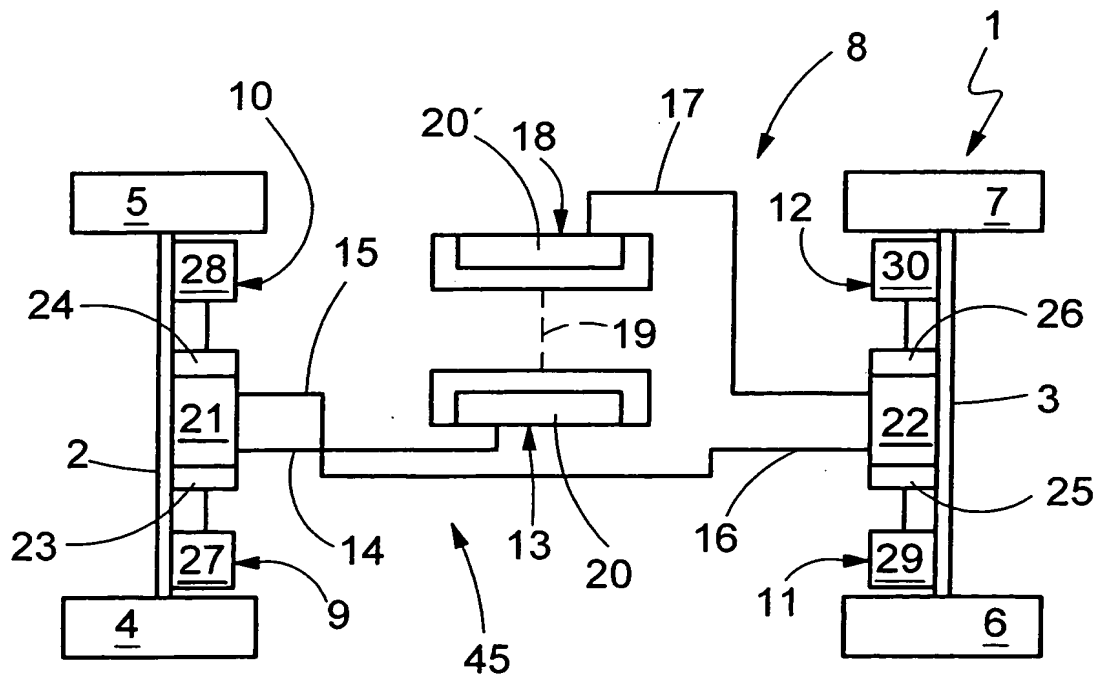


Fig.4

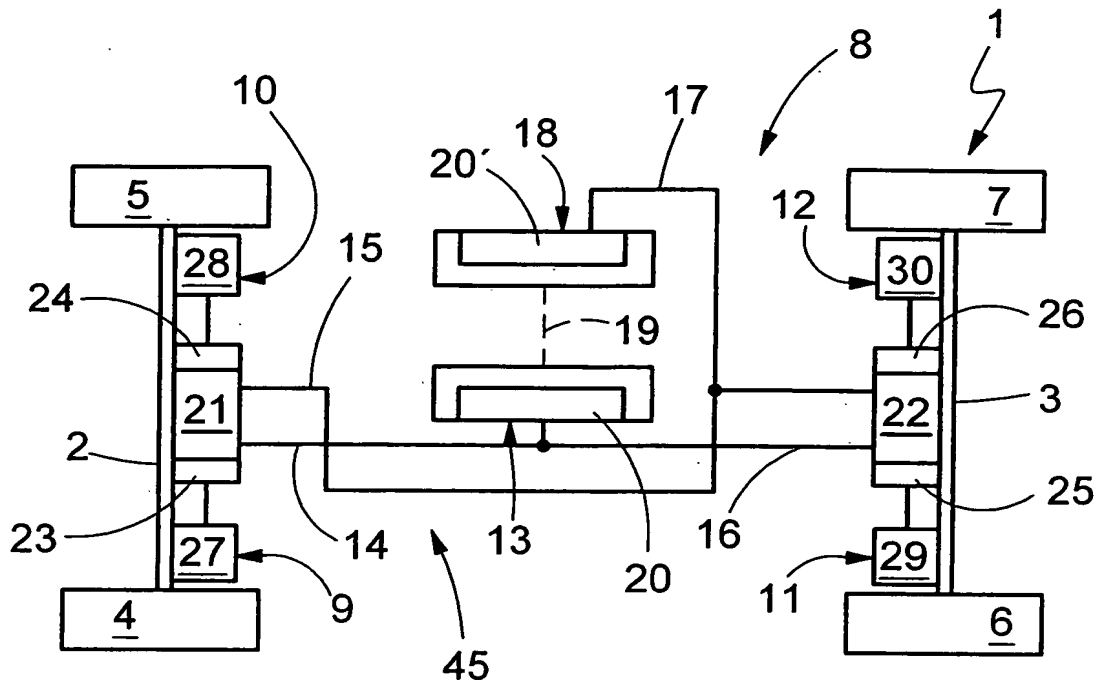


Fig.5

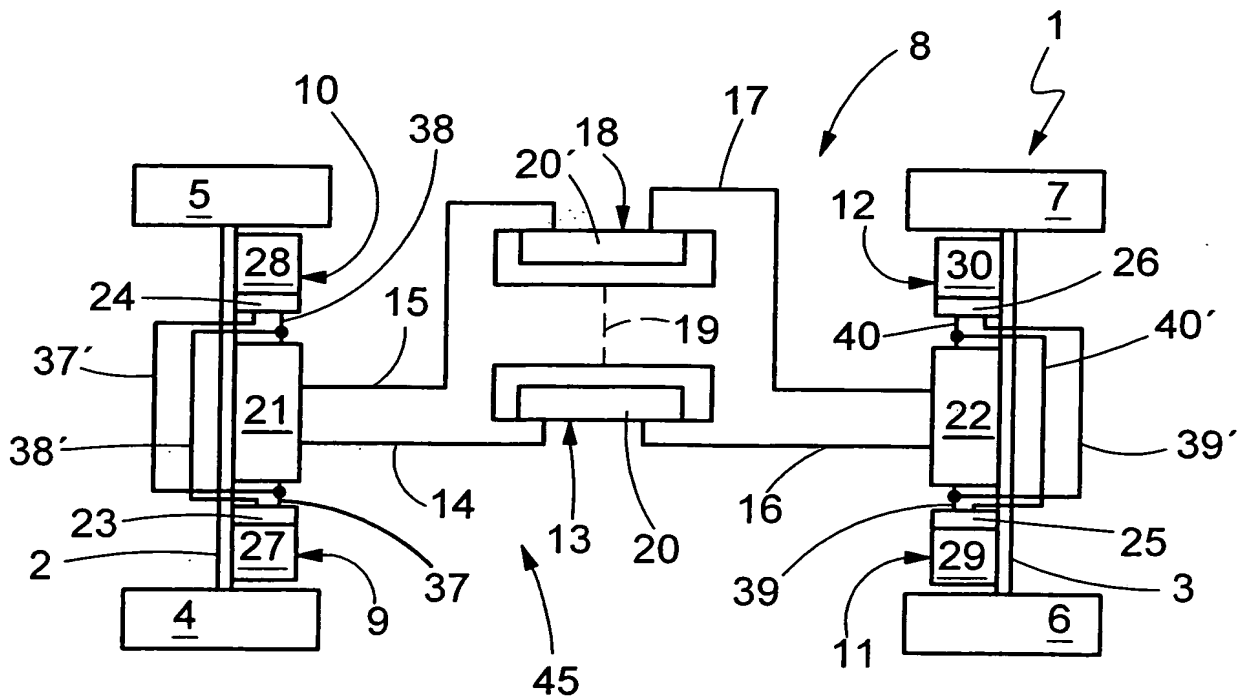


Fig.6

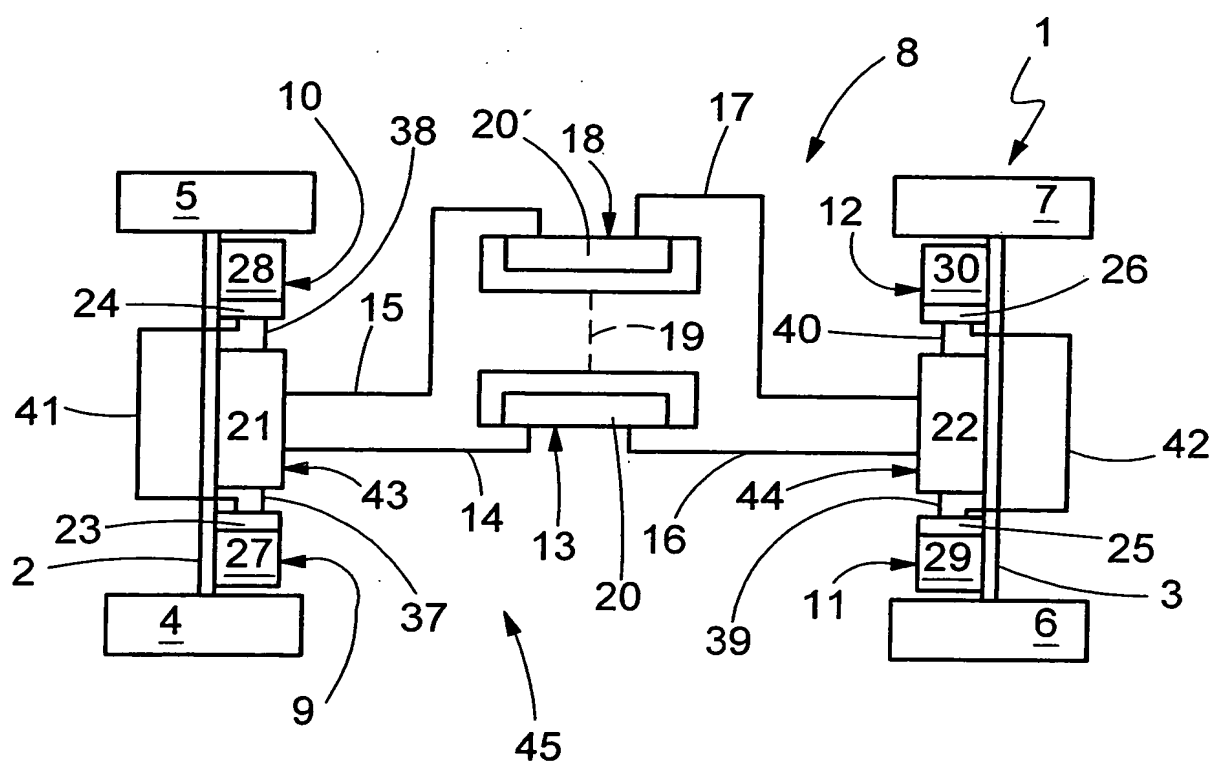


Fig.7